

# Control system for a motor car with roll stabilization

Publication number: EP1362721

Publication date: 2003-11-19

Inventor: ZIMPRICH WOLFGANG (DE); BLOOS FELIX DR (DE); WEY TORSTEN DR (DE)

Applicant: BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG (DE)

Classification:

- international: B60G17/016; B60G21/055; B60G17/015; B60G21/00; (IPC1-7): B60G21/055; B60G17/015

- European: B60G17/016F; B60G21/055B1A

Application number: EP20030008207 20030408

Priority number(s): DE20021021716 20020516

Also published as:

EP1362721 (A3)  
DE10221716 (A1)  
EP1362721 (B1)

Cited documents:

DE19846275  
US6161844  
US5060959  
US6354607  
EP0608650  
more >>

Report a data error here

## Abstract of EP1362721

Half sections of stabilizers (11,12) can each rotate against each other by means of electric adjusting motors (EAMs) (11a,12a) suitably triggered by an electronic control unit after taking into account crosswise acceleration and driving speed as well as a vehicle's steering angle. Each EAM has power electronics (11b,12b).

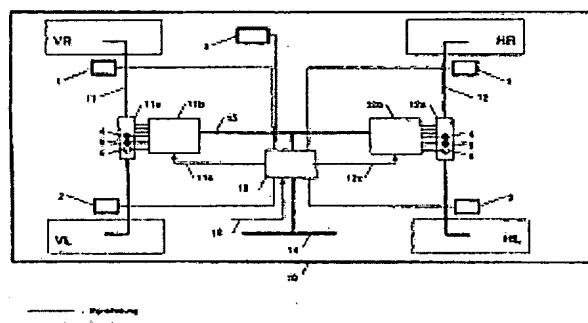


FIG. 1

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 362 721 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
19.11.2003 Patentblatt 2003/47

(51) Int Cl.7: B60G 21/055, B60G 17/015

(21) Anmeldenummer: 03008207.7

(22) Anmeldetag: 08.04.2003

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK

(72) Erfinder:  
• Zimprich, Wolfgang  
85737 Ismaning (DE)  
• Bloos, Felix, Dr.  
81245 München (DE)  
• Wey, Torsten, Dr.  
47239 Duisburg (DE)

(30) Priorität: 16.05.2002 DE 10221716

(71) Anmelder: Bayerische Motoren Werke  
Aktiengesellschaft  
80809 München (DE)

## (54) Regelsystem für ein Kraftfahrzeug mit Wankstabilisierung

(57) Die Erfindung betrifft ein elektronisches Regelsystem für ein Kraftfahrzeug mit einer Wankstabilisierungs-Vorrichtung in Form geteilter, jeweils einer Fahrzeug-Achse zugeordneter Stabilisatoren (11,12), deren Stabilisatorhälften jeweils mittels eines vom Regelsystem unter Berücksichtigung der Querbewegung und der Fahrgeschwindigkeit sowie des Lenkwinkels der Kraftfahrzeugs geeignet angesteuerten elektrischen Stellmotors (11a,12a) gegeneinander verdrehbar sind. Dabei ist jedem Stellmotor eine Leistungselektronik (11b,12b) mit einem Low-Level-Regler und einer Low-Level-Überwachungslogik zugeordnet, die über einen Datenbus (15) mit einem High-Level-Steuergerät (13) verbunden sind, das eine übergeordnete Regelung

vornimmt und das für die Wankstabilisierung erforderliche Stabilisierungsmoment geeignet auf die Vorderachse und Hinterachse des Fahrzeugs aufteilt sowie eine High-Level-Überwachungslogik enthält. Neben der Datenbus-Verbindung kann zusätzlich eine Hardware-Enable-Leitung (11c,12c) vorgesehen sein. Bevorzugt wird bei der Kommunikation zwischen dem High-Level-Steuergerät und der Leistungselektronik jedes Stellmotors jeder Befehlsbotschaft ein sog. Alive-Zähler beigefügt, der seitens der Leistungselektronik an das High-Level-Steuergerät zurückgesandt wird, so dass dieses und die jeweilige Leistungselektronik erkennen kann, ob alle Datenpakete erfolgreich übertragen wurden. Angegeben ist auch eine Beschaltung für einen Safe-Modus.

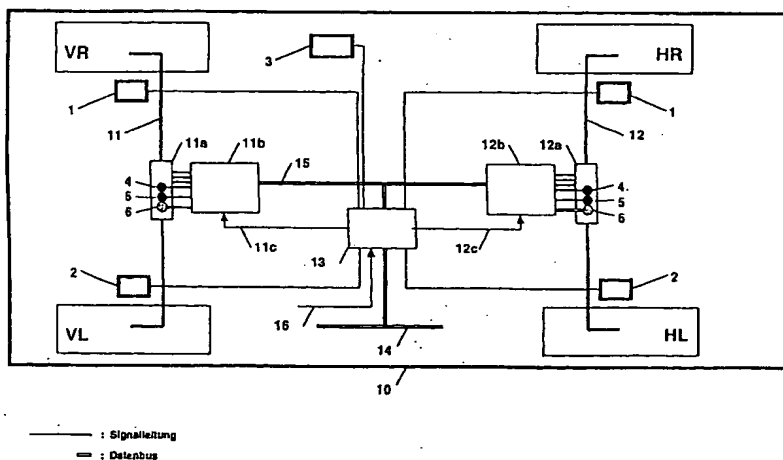


FIG. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein elektronisches Regelsystem für ein vierrädriges Kraftfahrzeug, insbesondere einen Personenkraftwagen, mit einer Wankstabilisierungs-Vorrichtung in Form geteilter, jeweils einer Fahrzeug-Achse zugeordneter Stabilisatoren, deren Stabilisatorhälften jeweils mittels eines vom Regelsystem unter Berücksichtigung der Querbeschleunigung und der Fahrgeschwindigkeit sowie des Lenkwinkels der Kraftfahrzeugs geeignet angesteuerten elektrischen Stellmotors gegeneinander verdrehbar sind. Zum technischen Umfeld wird auf die DE 198 46 275 A1 verwiesen.

**[0002]** Eine Wankstabilisierung, d.h. eine Reduzierung der rotatorischen Fahrzeugbewegungen um die Fzg.-Längsachse hat eine wesentliche Verbesserung des Fahrverhaltens und des Fahrkomforts zur Folge. Aus der genannten Schrift sind sog. aktive Stabilisatoren in einem Fahrzeug-Fahrwerk bekannt. Dabei sind die Stabilisatoren der Vorderachse und der Hinterachse eines Kraftfahrzeugs bevorzugt mittig geteilt, wobei die so gebildeten Stabilisatorhälften einer Achse über einen Stellmotor miteinander verbunden sind, der diese "Hälften" gegeneinander tordieren bzw. verdrehen kann und somit insbesondere in einer Kurvenfahrt des Fahrzeugs ein einer daraus resultierenden Wankbewegung des Fzg.-Aufbaus entgegenwirkendes Moment in die Fahrzeug-Radaufhängung einleiten kann. Günstigstenfalls kann eine Wankbewegung des Fzg.-Aufbaus im Falle einer Kurvenfahrt vollständig unterbunden werden.

**[0003]** Auf dem Markt befinden sich bereits Personenkraftwagen mit einer solchen Wankstabilisierungs-Vorrichtung, wobei der genannte Stellmotor ein Hydraulikmotor ist, dessen einander entgegenwirkende Hydraulikkammern durch geeignete Ansteuerung von Hydraulikventilen geeignet mit Druck beaufschlagt werden können, um das jeweils gewünschte Moment an die Stabilisatorhälften einer Fzg.-Achse anzulegen. Neben einem Hydraulikmotor kann als Stellmotor für einen sog. "aktiven Stabilisator" auch ein Elektromotor mit nachgeschaltetem Getriebe verwendet werden, wie dies in der genannten DE 198 46 275 A1 beschrieben ist. Ein elektrischer Stellmotor besitzt gegenüber einem hydraulischen Stellmotor diverse Vorteile, die in dieser Schrift aufgeführt sind, und kann gut direkt von einer elektronischen Steuereinheit angesteuert werden, die - analog den bisherigen hydraulischen Stellmotoren - im Hinblick auf eine gewünschte Wankstabilisierung bei Kurvenfahrt neben dem Fzg.-Lenkwinkel die aktuelle Querbeschleunigung sowie die Fzg.-Fahrgeschwindigkeit berücksichtigt, so wie dies auch in der DE 198 46 275 A1 angegeben ist.

**[0004]** Wegen des relativ starken Einflusses, den ein aktiver Stabilisator auf das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs haben kann, sollte das einen bzw. die aktiven Stabilisator(en) steuernde System auf bestmögliche Systemsicherheit hin ausgelegt sein. Für hydraulische Stellmotoren sind entsprechende hydraulische Schal-

tungen bspw. aus der EP 0 850 151 B1 bekannt.

**[0005]** Hiermit soll nun ein ausreichend sicheres elektronisches Regelsystem für die elektrischen Stellmotoren einer Wankstabilisierungsvorrichtung eines Kraftfahrzeugs nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 aufgezeigt werden (= Aufgabe der vorliegenden Erfindung).

**[0006]** Die Lösung dieser Aufgabe ist dadurch gekennzeichnet dass jedem Stellmotor eine Leistungselektronik mit einem Low-Level-Regler und einer Low-Level-Überwachungslogik zugeordnet ist, die über einen Datenbus mit einem High-Level-Steuergerät verbunden sind, das eine übergeordnete Regelung vornimmt und das für die Wankstabilisierung erforderliche Stabilisierungsmoment geeignet auf die Vorderachse und Hinterachse des Fahrzeugs aufteilt sowie eine High-Level-Überwachungslogik enthält. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Inhalt der Unteransprüche.

**[0007]** Erfindungsgemäß sind mehrere sog intelligente Instanzen vorhanden, denen jeweils konkrete Aufgaben zugewiesen sind, so dass man auch von einer "verteilten Intelligenz" sprechen kann. Ein zentrales Steuergerät kümmert sich insbesondere um die übergeordneten Funktionen und wird daher als High-Level-Steuergerät bezeichnet. So wird in diesem High-Level-Steuergerät das zur Wankstabilisierung insgesamt in das Fahrzeug-Fahrwerk über die beiden aktiven Stabilisatoren einzuleitende Moment ermittelt, und zwar wie grundsätzlich bekannt unter Berücksichtigung der Querbeschleunigung, der Fahrgeschwindigkeit und dem Lenkwinkel des Fahrzeugs, wobei selbstverständlich weitere Kenngrößen in diese Ermittlung mit eingehen können. Auch gilt es, dieses gesamte der Wankstabilisierung dienende Moment geeignet zwischen dem Stabilisator der Fahrzeug-Vorderachse und demjenigen der Fahrzeug-Hinterachse aufzuteilen, was unter Zugrundelegung geeigneter Kennlinien insbesondere in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit des Kfz's erfolgen kann. Auch diese übergreifende Aufgabe übernimmt das High-Level-Steuergerät.

**[0008]** Neben diesem ist erfindungsgemäß jeder Stellmotor bzw. dessen an bzw. nahe diesem angeordnete Leistungselektronik mit einem sog. Low-Level-Regler versehen, der bevorzugt die detaillierte Regelung der Stellmotor-Bestromung bzw. -Positionierung entsprechend den Vorgaben aus dem High-Level-Steuergerät umsetzt. Dabei erfolgt eine Stromregelung (in einer inneren Regelschleife), wobei bevorzugt das vom Stellmotor abgegebene Moment und als Rückfallmodus eine vom Stellmotor einzustellende Winkelposition (jeweils in einer äußeren Regelschleife) eingestellt wird.

**[0009]** Erfindungsgemäß ist in jeder der genannten "intelligenten Instanzen" eine Überwachungsfunktion enthalten, die unter anderem auch auf die Kommunikation zwischen diesen Instanzen ausgerichtet ist. Diese Kommunikation zwischen den Low-Level-Reglern der Stabilisator-Stellmotoren und dem High-Level-Steuergerät erfolgt dabei im wesentlichen über einen Daten-

bus. Im High-Level-Steuergerät kann dann mittels einer sog. High-Level-Überwachungslogik neben der Kommunikation der Fahrzustand des Kraftfahrzeugs überwacht werden, ferner kann eine Plausibilisierung von Eingangssignalen erfolgen, wozu Sensorsignale mit einem Referenzmodell für die elektrischen Stellmotoren verglichen werden können. Ferner können allgemeine Bereichsverletzung festgestellt werden, so bspw. hinsichtlich des einstellbaren Winkels an den Stellmotoren, hinsichtlich Über-Temperatur und vielem mehr. Eine in jedem Low-Level-Regler vorgesehene sog. Low-Level-Überwachungslogik kann Hardwarefehler in der Leistungselektronik und am Stellmotor erkennen, so bspw. defekte Sensoren, elektrische Überspannung, Ausfall der Endstufe, und weiteres mehr.

**[0010]** Wenn nun seitens der Überwachungslogik irgendwelche Fehler erkannt werden, die sich auf das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs negativ auswirken könnten, so empfiehlt es sich nicht nur, den Fahrer des Fahrzeugs hierauf aufmerksam zu machen, sondern zusätzlich kann das gesamte System in einen Sicherheitszustand oder dgl. überführt werden, in dem zumindest mit beherrschbaren bzw. üblichen Reaktionen des Fzg.-Fahrwerks gerechnet werden kann. Dieser Sicherheitszustand wird im weiteren als Safe-Modus bezeichnet und später noch ausführlicher erläutert. Tritt hingegen ein Fehler auf, der auf das Fahrverhalten praktisch keine Auswirkung hat, so kann es ausreichend sein, den Fahrer lediglich auf diesen Fehler hinzuweisen oder diesen Fehler für spätere Wartungsarbeiten geeignet zu speichern.

**[0011]** Den Aufbau eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Regelsystems, in dem neben den Merkmalen des Patentanspruchs 1 auch Merkmale der Unteransprüche enthalten sind, ist in der beigefügten Figur 1 dargestellt.

**[0012]** Dabei stellt der mit der Bezugsziffer 10 bezeichnete Rahmen ein Kraftfahrzeug in Draufsicht dar, das mit einem aktiven Stabilisator 11 für die Vorderachse sowie einem aktiven Stabilisator 12 für die Fzg.-Hinterachse versehen ist. Mit Ausnahme der vier Räder (VR = vorne rechts, HL = hinten links usw.) sind keine weiteren mechanischen Elemente des Fzg.-Fahrwerks dargestellt.

**[0013]** Jeder aktive Stabilisator 11 bzw. 12 ist - wie bekannt - geteilt mit einem zwischen den beiden jeweiligen Stabilisatorhälften angeordnetem Aktuator 11a bzw. 12a, der jeweils aus einem elektrischen Stellmotor, für den ebenfalls die Bezugsziffer 11a bzw. 12a verwendet wird, sowie aus einem diesem nachgeschalteten Getriebe (nicht dargestellt) besteht. Jeder Aktuator bzw. Stellmotor kann die zugehörigen Stabilisatorhälften gegeneinander tordieren bzw. verdrehen und somit in das Fahrwerk des Kfz ein Moment einleiten, das einer Wankbewegung bei einer Kurvenfahrt entgegenwirkt.

**[0014]** An bzw. neben jedem Stellmotor 11a, 12a ist eine Leistungselektronik 11b bzw. 12b vorgesehen, die den jeweiligen Stellmotor den Anforderungen entspre-

chend betätigt bzw. positioniert. Jeder Leistungselektronik 11b, 12b ist ein weiter oben erläuteter Low-Level-Regler mit integrierter Low-Level-Überwachungslogik zugeordnet. In welcher Weise die jeweiligen Stellmotoren 11a, 12a in Abhängigkeit aktueller Randbedingungen und dabei aufeinander abgestimmt betätigt werden, wird vom oben erläuterten sog. High-Level-Steuergerät 13 vorgegeben. Dieses erhält die zur Ermittlung des für eine gute Wankstabilisierung jeweils notwendigen Moments benötigten Angaben bzw. Informationen unter anderem über eine Verbindung mit einem geeigneten Datenbus 14 des Kraftfahrzeugs. Weitere Eingangsgrößen, die die übergeordnete Regelung des High-Level-Steuergeräts 13 verarbeitet, erhält dieses von einem Querschleunigungssensor 3 sowie von den einzelnen Rädern VR, HR, VL, HL zugeordneten Höhenstandsensoren 1 bzw. 2. Wie die Höhenstandsignale der Höhenstandsensoren 1, 2 der einzelnen Räder im Hinblick auf eine geeignete Ansteuerung der aktiven Stabilisatoren 11 bzw. 12 verarbeitet werden können, ist dabei in einer weiteren deutschen Patentanmeldung der gleichen Anmelderin mit gleichem Anmeldetag und dem Titel "Kraftfahrzeug, insbesondere Personenkraftwagen, mit einer Wankstabilisierungs-Vorrichtung" beschrieben.

**[0015]** Für die Kommunikations-Verbindung zwischen dem High-Level-Steuergerät 13 und den Low-Level-Reglern in bzw. an den Stellmotoren bzw. Aktuatoren 11a, 12a ist ein Datenbus 15 (insbesondere CAN) vorgesehen. Hierüber erfolgt u.a. die Übertragung der Sollsignale und Istsignale für die Regelung der Aktuatoren 11a, 12a, sowie von Statusinformationen, wie bspw. Sensorausfall und ähnliches.

**[0016]** Neben dem Anschluss an den lokalen CAN-Datenbus 15 erhält die in der Leistungselektronik 11b bzw. 12b vorgesehene Low-Level-Überwachungslogik zur Ausübung ihrer weiter oben geschilderten Funktion Signale eines am jeweiligen Aktuator oder Stellmotor 11a bzw. 11b vorgesehenen Temperatursensors 4, eines Motorwinkel-Sensors 5, sowie eines sog. Indexsensors des dem Stellmotor nachgeschalteten, weiter oben bereits erwähnten (nicht dargestellten) Getriebes im jeweiligen Aktuator 11a bzw. 11b, wobei diverse dieser Signale lediglich an den lokalen Datenbus 15 zur Weiterleitung an das High-Level-Steuergerät 13 übergeben werden.

**[0017]** Neben der Datenbus-Verbindung zwischen dem High-Level-Steuergerät 13 und der Leistungselektronik 11b bzw. 12b der Aktuatoren 11a bzw. 12a ist zwischen diesen sog. "intelligenten Instanzen" jeweils noch eine eigenständige Hardware-Enable-Leitung 11c bzw. 12c vorgesehen. Erkennt nämlich das High-Level-Steuergerät 13 einen Fehler, so kann es durch einen entsprechenden low-Pegel auf den Hardware-Enable-Leitungen 11c, 12c die jeweilige Leistungselektronik und damit den jeweiligen Aktuator 11a bzw. 11b unabhängig vom CAN-Datenbus 15 in den sog. Safe-Zustand schicken, bei welchem es sich um eine Sicher-

heitsschaltung handelt. Zur Sicherheit ist also neben dem lokalen Datenbus 15 ein zweiter Abschaltweg in Form der beiden Hardware-Enable-Leitungen 11c, 12c vorhanden. Eine Reaktivierung der Leistungselektronik (nämlich die Rückkehr vom Fail-Safe-Modus in den Regelungsbereich) kann ebenfalls über die Hardware-Enable-Leitung 11c, 12c erfolgen, wobei dann eine steigende Flanke das entsprechende Kriterium ist. Alternativ ist bei fehlerfreier Funktion des Systems auch eine Reaktivierung über den Datenbus möglich.

[0018] Was den soeben genannten Fail-Safe-Modus betrifft, so wird im Fail-Safe-Fall (wenn also ein mehr oder weniger schwerwiegender Fehler festgestellt wurde und das Gesamtsystem in einen sicheren Betriebszustand überführt werden soll) jeder Stellmotor 11a bzw. 12a von der Leistungsendstufe der zugehörigen Leistungselektronik 11b bzw. 12b getrennt und über einen definierten Lastwiderstand kurzgeschlossen. Auf diese Weise wird eine bestimmte Dämpfungskonstante erreicht, die ein Reststabilisierungsvermögen für den dann vorliegenden Fall eines passiven Wankstabilisierungssystems bietet, und im Fail-Safe-Modus während einer Kurvenfahrt des Fahrzeugs auch ein hinreichend kurzes Wiederaufrichten der Karosserie nach Ende der Kurve zulässt. Im übrigen kann dabei eingestellt werden, dass die Vorderachse ein höheres Stabilisierungsmoment erfährt als die Hinterachse und daher ein tendenziell untersteuerndes Verhalten des Fahrzeugs vorliegt. Insgesamt handelt es sich somit beim beschriebenen Regelsystem um einen Regler mit Normalmodus und mit Rückfallmodus.

[0019] Weiterhin erfolgt im elektronischen Regelsystem eine Überwachung hinsichtlich des Auftretens von Kommunikationsfehlern zwischen den verschiedenen sog. "intelligenten Instanzen". So ist der lokale CAN-Datenbus 15 durch sein Protokoll gegen Übertragungsfehler (insbesondere eine Verfälschung der Nachricht auf dem Datenbus) gesichert. Die vorgestellte Überwachungslogik ist auch dazu geeignet, weitere Fehler wie das Fehlen einer Botschaft oder den mehrfachen Empfang derselben Botschaft zu erkennen. Bspw. ist die bekannte und grundsätzlich übliche sog. Timeout-Überwachung integriert, wonach jede Botschaft innerhalb einer bestimmten Frist empfangen werden muss.

[0020] Umgesetzt ist weiterhin ein sog. Zeitstempel, auch "Alive-Zähler" genannt, der im folgenden anhand der beigefügten Figur 2 erläutert wird. In Vertikalrichtung ist dabei die Zeitachse (von oben nach unten) aufgetragen und nebeneinander ist der Kommunikations-Port des High-Level-Steuergeräts 13, der lokale CAN-Datenbus 15 und daneben der Kommunikations-Port des Low-Level-Reglers bzw. der Low-Level-Überwachungslogik in der Leistungselektronik 11b bzw. 12b des jeweiligen Aktuators oder Stellmotors 11a bzw. 12a dargestellt.

[0021] Wie erwähnt wird nun jeder vom High-Level-Steuergerät 13 ausgehenden Befehlsbotschaft (SOLL-VA) ein Zeitstempel in Form eines Modulo-Zählers bei-

gefügt. Dieser wird mit jeder versendeten Botschaft inkrementiert (vgl. beigefügte Figur 2, sog. Alive-Zähler, Indizes "k", "k+1", "k+2"). Beim Empfang der Botschaft sendet die Leistungselektronik 11a bzw. 11b diesen Zählerstand identisch zurück. Die nächste Befehlsbotschaft erhält demzufolge das Inkrement (k + 1).

[0022] Durch die ankommende Befehlsbotschaft wird dabei in der Leistungselektronik ein Timer gestartet, der dazu geeignet ist, das rechtzeitige Eintreffen der nächsten Befehlsbotschaft zu überwachen. Der Timer ist in der Figur 2 durch einen mit fortschreitender Zeit (d.h. nach unten) schmaler werdenden Keil angedeutet und mit dem Buchstaben "t" versehen.

[0023] Geht beispielsweise - wie bei der Befehlsbotschaft "k+1" dargestellt eine Botschaft verloren, so läuft der genannte Timer ab und löst in der Low-Level-Überwachungslogik geeignete Reaktionen aus.

Bei Ablauf des Timers t sendet die Leistungselektronik eine Antwortbotschaft an das High-Level-Steuergerät, die den letzten gültig empfangenen Wert des Alive-Zählers enthält, im Beispiel-Fall nach Fig.2 also den Wert "k". Zudem wird der Timer t neu gestartet.

[0024] Durch die Überwachung all dieser Signale kann die jeweilige Leistungselektronik 11b bzw. 12b erkennen, ob alle Befehlsbotschaften des High-Level-Steuergeräts 13 bei ihr angekommen sind und gleichzeitig erkennt das High-Level-Steuergerät 13, ob die jeweilige Leistungselektronik 11b bzw. 12b alle Datenpakete wunschgemäß empfangen hat.

[0025] Im übrigen kann noch eine ähnliche Erkennung bezüglich eines Leitungsbruch der bereits erläuterten Hardware-Enable-Leitung 11c bzw. 12c vorgesehen sein, wonach bspw. jede Leistungselektronik 11b bzw. 12b den auf ihrer Hardware-Enable-Leitung 11c bzw. 12c empfangenen logischen Zustand über den lokalen Datenbus 15 an das High-Level-Steuergerät 13 zurücksendet, jedoch kann dies sowie eine Vielzahl weiterer Details durchaus abweichend von obigen Erläuterungen gestaltet sein, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

#### Patentansprüche

1. Elektronisches Regelsystem für ein vierrädriges Kraftfahrzeug, insbesondere einen Personenkraftwagen, mit einer Wankstabilisierungs-Vorrichtung in Form geteilter, jeweils einer Fahrzeug-Achse zugeordneter Stabilisatoren (11, 12), deren Stabilisatorhälften jeweils mittels eines vom Regelsystem unter Berücksichtigung der Querbesehleunigung und der Fahrgeschwindigkeit sowie des Lenkwinkels der Kraftfahrzeugs geeignet angesteuerten elektrischen Stellmotors (11a, 12a) gegeneinander verdrehbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Stellmotor (11a, 12a) eine Leistungselektronik (11b, 12b) mit einem Low-Level-Regler und einer Low-Level-

Überwachungslogik zugeordnet ist, die über einen Datenbus (15) mit einem High-Level-Steuergerät (13) verbunden sind, das eine übergeordnete Regelung vornimmt und das für die Wankstabilisierung erforderliche Stabilisierungsmoment geeignet auf die Vorderachse und Hinterachse des Fahrzeugs aufteilt sowie eine High-Level-Überwachungslogik enthält. 5

2. Regelsystem nach Anspruch 1, 10  
**dadurch gekennzeichnet, dass** neben der Datenbus-Verbindung (15) zwischen dem High-Level-Steuergerät (13) und der Leistungselektronik (11b, 12b) der Stellmotoren (11a, 12a) jeweils eine eigenständige Hardware-Enable-Leitung (11c, 12c) vorgesehen ist. 15
  
3. Regelsystem nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** eine Möglichkeit zum Überwachen des Signalpegels auf der Hardware-Enable-Leitung (11c, 12c) durch das High-Level-Steuergerät (13) vorgesehen ist. 20
  
4. Regelsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, 25  
**dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Kommunikation zwischen dem High-Level-Steuergerät (13) und der Leistungselektronik (11b, 12b) jedes Stellmotors (11a, 12a) jeder Befehlsbotschaft ein sog. Alive-Zähler beigefügt wird, der seitens der Leistungselektronik an das High-Level-Steuergerät zurückgesandt wird, so dass dieses und die jeweilige Leistungselektronik erkennen kann, ob alle Datenpakete erfolgreich übertragen wurden. 30  
35
  
5. Regelsystem nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Leistungselektronik (11b, 12b) jeweils den letzten gültig empfangenen Alive-Zähler an das High-Level-Steuergerät (13) zurücksendet. 40
  
6. Regelsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Safe-Modus jeder Stellmotor (11a, 12a) von der Leistungsendstufe der Leistungselektronik (11b, 12b) getrennt und über einen definierten Lastwiderstand kurzgeschlossen wird. 45  
50

55

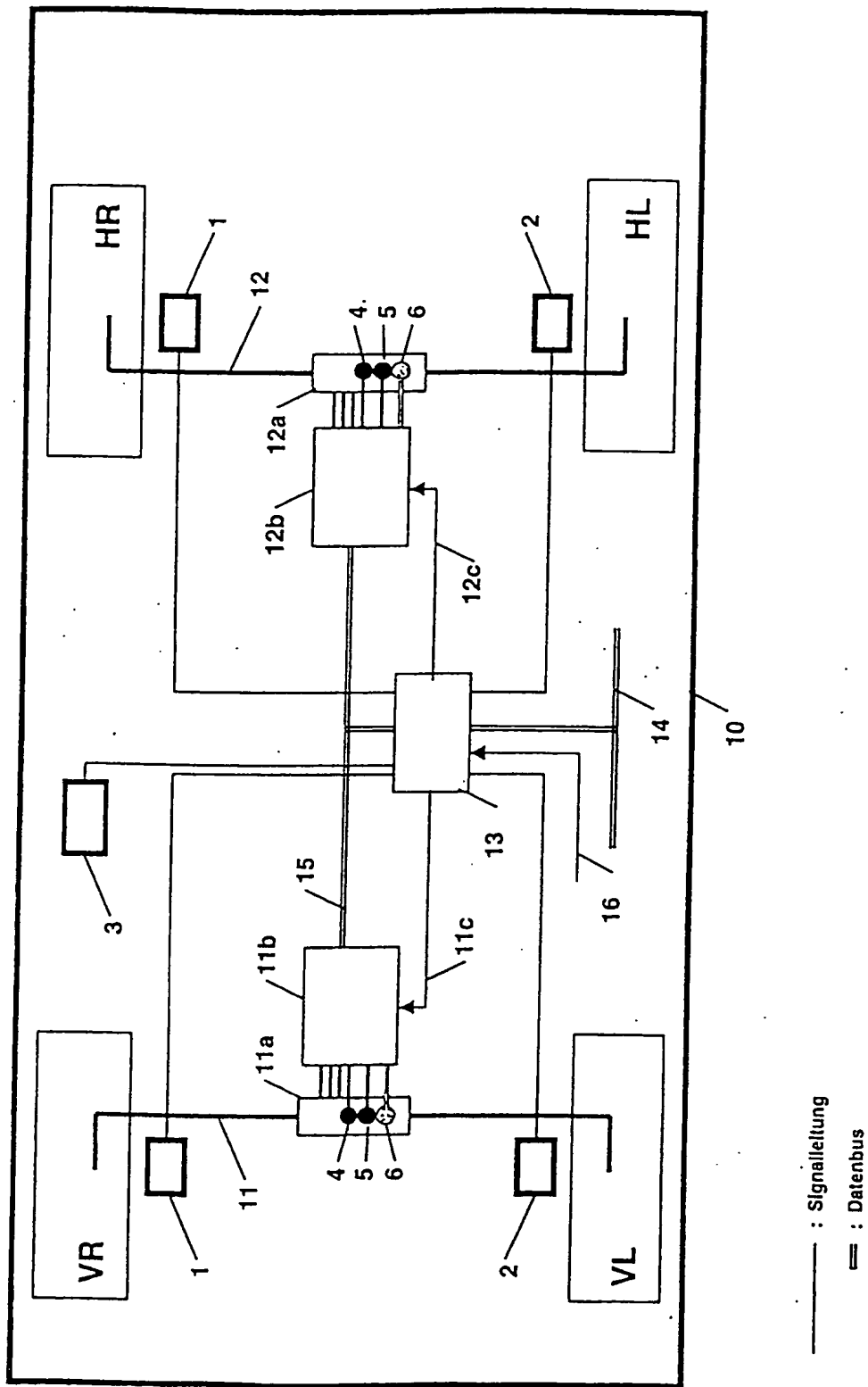


FIG. 1

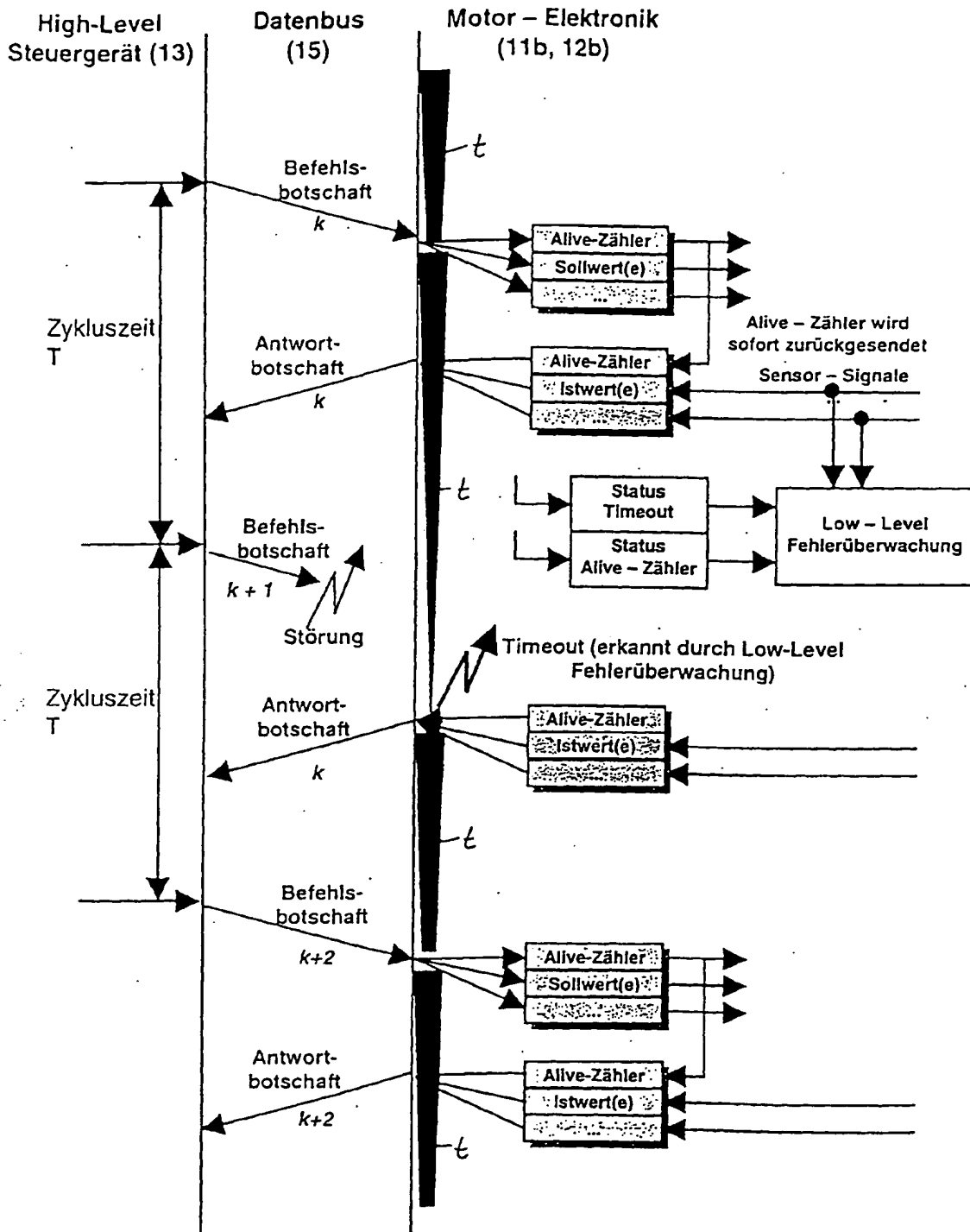


FIG. 2